

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

---

## **Zpracování mazacích plánů vybraných strojů**

*Lubricating Plans Treatment of Selected Machines*

**Vypracoval:**  
**Vedoucí práce:**

**Patrik Sopuch**  
**Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.**

**Ostrava 2013**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## Zadání bakalářské práce

Student: **Patrik Sopuch**  
Studijní program: **B2341 Strojírenství**  
Studijní obor: **2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování**  
Téma: **Zpracování mazacích plánů vybraných strojů**  
**Lubricating Plans Treatment of Selected Machines**

Zásady pro vypracování:

Na základě požadavků a podkladů zadavatele zpracujte z pohledu tribotechnické diagnostiky rozbor a posouzení současného stavu v oblasti používaných maziv a mazání vybraných výrobních strojů.

V rámci zadání zpracujte:

1. Analýzu a rešerši dané problematiky.
2. Vyhodnocení současného stavu v oblasti používaných maziv a mazání z pohledu životnosti a spolehlivosti strojů.
3. Výběr množiny klíčových strojů z hlediska plynulosti výroby podniku a zpracování návrhů mazacích plánů.
4. Doporučení pro následný provoz vybraných strojů, návrh pravidel údržby a péče o maziva, včetně stanovení pravidel a podmínek tribotechnické diagnostiky.

Další pokyny a konzultace poskytne firma Tawesco s.r.o., Kopřivnice.

Seznam doporučené odborné literatury:

ŠAFR, E. *Technika mazání*. 2. dopl. vydání, SNTL Praha - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1970. 381 s. 04-010-70.

ŠAFR, E. *Tribotechnika*. SNTL Praha - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1984. 300 s. 04-243-84.

SZCZEREK, M. WISNIEWSKI, M. *Tribologie, Tribotechnika*. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji Radom, 2000. 727 s. ISBN 83-7204-199-7.

HELEBRANT, F., ZIEGLER, J., MARASOVÁ, D. *Technická diagnostika a spolehlivost I - Tribodiagnostika*. 1. vydání, Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2001, 158 s. ISBN 80-7078-883-6.

Firemní podklady společnosti Tawesco s.r.o., Kopřivnice.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.**

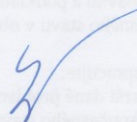
Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



---

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



---

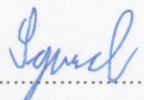
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty



Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 20. 5. 2013

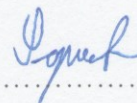
  
.....  
podpis studenta



Prohlašuji, že:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO v případě zájmu z její strany uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB -TUO na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby.

V Ostravě: 20. 5. 2013



Podpis

Jméno a příjmení autora práce: Patrik Sopuch

Adresa trvalého pobytu autora práce: Choráze 1505, Příbor 742 58

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Ladislavu Hrabcovi, Ph.D., za připomínky a rady ke konečnému stavu práce. Dále panu Aleši Hrabovskému a panu Pavlovi Máchovi z firmy Tawesco s.r.o., kteří se mnou práci konzultovali a poskytli mi podkladové materiály.

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

SOPUCH P., *Zpracování mazacích plánů vybraných strojů*. Ostrava: Katedra výrobních strojů a konstruování, Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2013, 62 s. Bakalářská práce, vedoucí práce Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá problematikou mazání a zpracováním mazacích plánů k vybraným strojům. V teoretické části je řešena obecná problematika mazání a opotřebení funkčních ploch při vzájemném dotyku a následném pohybu. Také se zabývá důležitostí včasné a kvalitní údržby ve výrobním procesu. Po vybrání klíčových strojů, které jsou nepostradatelnou součástí celé výroby, k nim byl zpracován mazací plán pro zefektivnění údržby strojů a snížení finančních nákladů. V dnešní době jsou kladeny stále větší nároky na stroje a to klade důraz na zlepšení kvality používaných maziv. Tato maziva ovšem vyžadují zvýšenou péči pro zachování spolehlivosti a životnosti. Proto byly stanoveny zásady pro skladování maziv. Také jsem navrhl podmínky pro následný provoz a tribologickou diagnostiku strojů.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

SOPUCH P., *of lubricating plans selected machines*. Ostrava: Department of Production Machines and Design, Faculty of Mechanical Engineering, VSB - Technical University of Ostrava, 2013, 62 p thesis, supervised by Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

This thesis deals with the lubricating plans processing to selected machines. In the theoretical part there is solved the general problems of lubrication and a wearing of functional surfaces in contact with each other and the subsequent movement. It also solves the examines of a well-timed importance and a good quality maintenance in the manufacturing process. After key machines selection which are an indispensable part of the whole production there was worked a lubricating plan to them to streamline machines maintenance and to reduce financial costs. Nowadays there are overemphasized increasing machines demands and therefore it overemphasizes on used lubricants quality improvement. These lubricants however require an increasing care for their good reliability and durability. They were set up principles for lubricants stocking. I have proposed conditions for following operation and a tribological machines diagnostics as well.

# **Obsah**

<b>1. Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Teoretická část .....</b>	<b>2</b>
2.1 Mazání .....	2
2.2 Tribologie a tribotechnika .....	6
2.3 Opotřebení .....	7
2.4 Údržba .....	11
<b>3. Představení společnosti .....</b>	<b>15</b>
3.1 Profil společnosti Tawesco s.r.o. ....	15
3.2 Tawesco s.r.o. ....	16
<b>4. Používána maziva v současnosti .....</b>	<b>19</b>
4.1 Maziva z pohledu životnosti a spolehlivosti .....	19
4.2 Historický vývoj plastických maziv .....	21
<b>5. Posouzení současného stavu .....</b>	<b>25</b>
5.1 Výběr oblasti strojů .....	25
<b>6. Výběr klíčového stroje - kloubový lis LKDK 500A .....</b>	<b>27</b>
6.1 Popis stroje LKDK 500A .....	27
6.1.1 Technické parametry stroje .....	27
6.2 Rozbor olejové náplně lisu LKDK 500A .....	29
6.3 Vyhodnocení měření .....	30
6.3.1 Záznam o degradaci a znečištění olejové náplně .....	30
6.3.2 Grafické vyjádření vývoje znečištění a degradace olejové náplně .....	31
6.3.3 Záznam opotřebení strojního zařízení .....	32
6.3.4 Grafický záznam opotřebení .....	33
6.3.5 Hodnocení .....	33
6.3.6 Závěr – lokalizace poruchy .....	33
6.3.7 Doporučení – prognóza poruchy .....	33



6.3.8	Vyhodnocení – detekce poruchy .....	34
6.4	Zpracování mazacího plánu pro lis LKDK 500A .....	34
<b>7.</b>	<b>Výběr klíčového stroje - Trimill VM 6535 .....</b>	<b>36</b>
7.1	Popis troje Trimil VM 6335 .....	36
7.1.1	Technické parametry stroje Trimill VM 6335 .....	37
7.1.2	Hlavní technické parametry stroje .....	38
7.2	Zpracování mazacího plánu pro Trimill VM 6335 .....	42
<b>8.</b>	<b>Doporučení pro následný provoz .....</b>	<b>43</b>
8.1	Celkové shrnutí poznatků .....	43
8.2	Návrh péče o maziva .....	43
8.3	Pravidla tribodtechnické diagnostiky .....	44
<b>9.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>45</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>46</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>47</b>

## Seznam použitých značek a indexů

Označení	Název	Jednotky
m	Hmotnost	[kg]
F	Síla	[N]
v	Rychlost	[m.s <sup>-1</sup> ]
M	Moment	[Nm]
F <sub>n</sub>	Normálová síla	[N]
p	Tlak	[Pa]
V	Objem	[l]
h	Hodina	
apod.	A podobně	
a.s	Akciová společnost	
obr.	Obrázek	
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným	
tab.	Tabulka	
Kč	Korun českých	
tzn	To znamená	
API	American Petroleum Institute (jakostní norma)	
ČSN	Česká státní norma	
SAE	Society of Automotive Engineers (viskozitní třída)	
ASTM	American Society for Testing and Materials (Americká společnost pro testování a materiály)	
ISO	International Organization for Standardization (mezinárodní organizace zabývající se tvorbou norem)	
DIN	Deutsches Institut für Normung (Německý ústav pro průmyslovou normalizaci)	

# 1. Úvod

Firma Tawesco s.r.o. byla založena roku 1995 a to vyčleněním provozu nářad'ovna společnosti Tatra a.s. Postupně se firma rozrostla v roce 1997 o lisovnu a v roce 2004 o svařovnu. Díky převzetí provozu od firmy Tatra a.s., má firma Tawesco s.r.o. mnoho zkušeností podložených více než stoletou tradicí, ve výrobě nářadí pro výrobu osobních a nákladních automobilů. 1. 4. 2011 byla převzata novým vlastníkem společnosti Promet Group. V současné době je předním dodavatelem lisovacího nářadí, plechových výlisků a svařenců pro automobilový průmysl. K dlouholetým zákazníkům patří Škoda Auto, Visteon, Iveco, John Deere, Magna Cartech, Tower, Rubena, Unikov, HBPO CZ a další.

Bakalářská práce se v úvodu zabývá obecnou problematikou mazání a opotřebení funkčních ploch a částí strojů. Tak jako v lidském těle obíhá krev, u strojů je to mazivo. Mazivo je nositelem informací o stavu opotřebení stroje i samotného maziva. Bakalářská práce popisuje význam údržby strojů ve výrobě z pohledu životnosti a spolehlivosti. Jen dobře a spolehlivě fungující stroj je přínosem pro celý výrobní závod. V případě této práce se jedná o zpracování mazacích plánů u klíčových strojů pro výrobu. Jedním z klíčových strojů byl vybrán Kloubový lis LKDK 500A, který je nepostradatelnou součástí výrobního procesu. Tento stroj je vybaven oběhovým centrálním mazáním, a proto byl u něj proveden rozbor olejové náplně. Následně byl vypracován mazací plán, který má za úkol zefektivnit údržbu stroje a snížit náklady. Dalším neméně významným strojem bylo vybráno zařízení Trimill VM 6535 obráběcí centrum. Toto zařízení je rovněž velice důležitou součástí celého výrobního procesu. Mazání tohoto stroje je řešeno jako ztrátové - oběhové. Množství olejové náplně je malé, proto se nevyplácí provádět rozbor oleje. Pro tento stroj byl vypracován mazací plán, aby mohla být prováděna kvalitní údržba stroje. Bylo vyhotoveno doporučení pro následný provoz strojů. Další důležitou součástí mazání strojů je péče o používaná maziva. Aby byly zajištěny funkční vlastnosti maziv, je zapotřebí jim věnovat péči a dodržovat podmínky skladování. Následně bylo doporučeno, jak se má zacházet s mazivy a jaké podmínky je třeba dodržovat při skladování. Také byla navržena pravidla následné tribotechnické diagnostiky strojů.

## 2. Teoretická část

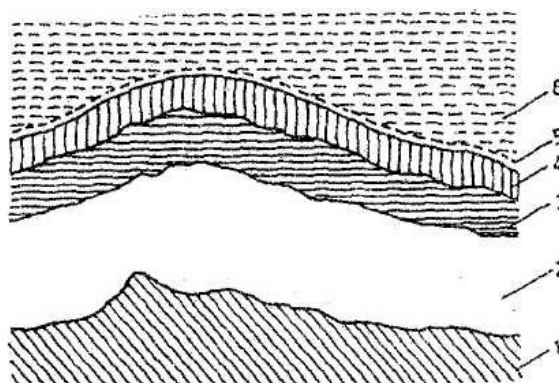
### 2.1 Mazání

#### Význam mazání

Pro snížení tření a opotřebení používáme vhodná maziva, ta jsou rozmístěna mezi dvě vzájemně se dotýkající plochy, které konají spolu navzájem pohyb. Tomuto procesu říkáme mazání.

Tento jednoduchý proces vzájemného dotyku a pohybu dvou těles, si můžeme znázornit na následujícím schématu vrstev (obr. 1) [1], mechanicky namáhaného třecího materiálu za přítomnosti maziva.

1. Neporušený kov
2. Přechodová vrstva
3. S porušenými krystalovými
4. mřížkami
5. Reakční vrstva
6. Adsorbovaná vrstva
7. Samotné mazivo



Obr. 1 - Vrstvy třecích ploch a maziva [1]

#### Klasifikace maziv

Maziva rozdělujeme podle druhu.

- **Tuhá maziva** – Mazivo, které vykazuje vlastnosti pevné látky. Používá se všude tam, kde jsou vysoké tlaky a teploty.
- **Plynná maziva** – Mazivo v plynném skupenství.



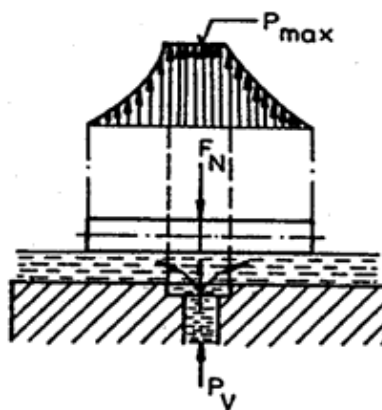
- **Kapalná maziva** - Mazivo v kapalném skupenství. Tyto maziva mají schopnost tečení.
- **Plastická maziva** – Maziva v podobě Gelu máslovitého charakteru. Použití pro koloidní soustavy.

Kapalinové mazání je považováno za nejvhodnější z konstrukčního hlediska. Dosahujeme ho těmito způsoby.

### Rozdělení kapalinového mazání

#### Hydrostatické mazání

Hydrogenerátor vytváří tlak, který vhání mazivo na mazné místa. Na tyto hydrostatické vrstvy musí být přiváděno mazivo tlakem 2-4 x vyšším, než je hodnota středního tlaku vycházejícího z geometrie uložení a zatížení (obr. 2) [1].



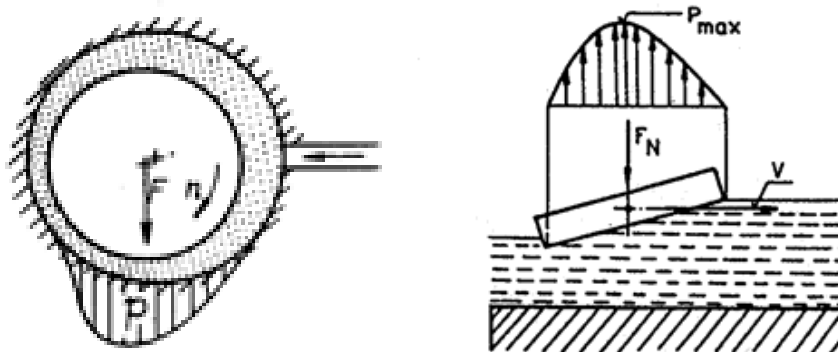
Obr. 2 – Hydrostatické mazání [1]

#### Hydrodynamické mazání

Mezi dvěma relativně se pohybujícími povrchy se vytváří samovolně tlak v mazací vrstvě. Tento způsob mazání je závislý na proudění v klínové mezeře. Klínová mezera vzniká za určitých základních předpokladů (Obr. 3) [1].

- Mazivo přilne ke dvěma povrchům, které tvoří kluznou dvojici.

- Mezi prouděním maziva a vnějším zatížením existuje relativní pohyb.
- Z důvodu zúžení mazací mezery se vytvoří klín ve směru relativního pohybu.



Obr. 3 – Hydrodynamické mazání [1]

### **Druhy mazacích soustav**

#### **Krátkodobé mazací soustavy**

Mazivo po projití mazaným místem odkapává a nevrací se zpět. Nenáročné mazání, které se dělí podle druhu maziva (olej, plastické mazivo). Mazivo je dopravováno (tlakově, nebo beztlakově) na místo v určitém omezeném množství v přerušovaném nebo plynulém sledu. [1]

- **Centrální mazání**

Zajišťuje přesné mazání míst, která jsou potřeba mazat pravidelně. Stroje mazané centrálním mazáním vykazují delší životnost než které jsou mazány ručně. Výhodou tohoto mazání je pravidelnost a přesnost dávkovacích cyklů maziva.

- **Impulsní mazání**

Zaručuje správné mazání v dávkách na předem daných místech stroje. Tento způsob mazání dodává mazivo v impulzech pomocí dávkovače.

- **Ruční mazání**

Mazání prováděné ručně a to prostřednictvím nástrojů (olejnička, mazací lis, apod.). Tato metoda je nenáročná, ale značně nedokonalá. Používá se jen zřídka.

## **Dlouhodobé mazací soustavy**

Jedná se o dopravu maziva do mazaného místa a to se vrací zase zpět. Jedná se o uzavřený systém. Mazivo je využíváno až do jeho degradace provozem a následné výměny. [1]

- **Oběhové mazání**

Čerpadlo nasává ze sběrné nádrže olej a ten pomocí potrubí dopravuje k mazaným místům stroje. Olej se poté vrací zpět do sběrné nádrže. Olej mnohdy v okruhu prochází ještě přes filtr, kde se zbavuje nečistot.

## **Přísady do maziv**

Čistá maziva nedosahují takových vlastností, kterých je potřeba, a proto jsou do nich přidávány přísady v podobě aditiv. Tyto přísady mohou být [1]

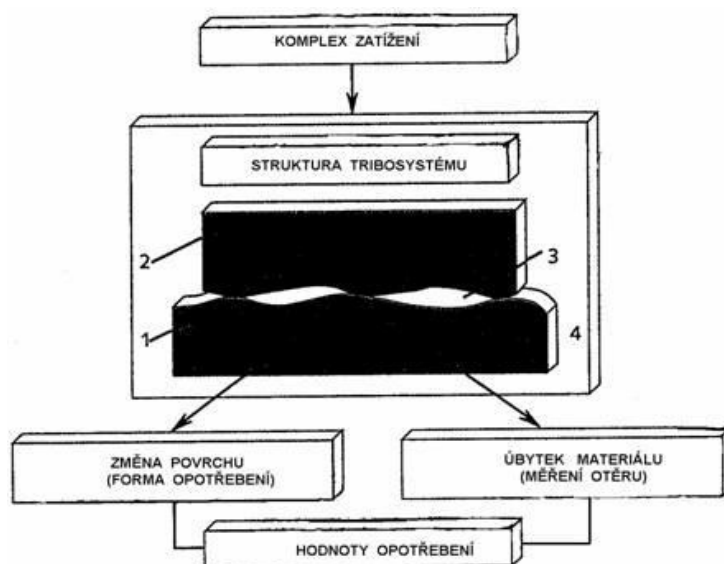
- **Antioxidanty** – potlačují antioxidační děje.
- **Protikorozní přísady** – potlačují korozi a rezavění.
- **Detergenty a disperzanty** – rozptylují nečistoty a čistí plochy od usazenin.
- **Modifikátory viskozity a viskozitně teplotní křivky**
- **Depresanty** – snižují teplotu tuhnutí.
- **Protipěnovostní přísady** – snižují pění.
- **Modifikátory tření** – mazivostní a protioděrové přísady.

- **Emulgátory**
- **Biocidy** – potlačují vzniknutí mikroorganismů, které znehodnocují mazivo a poškozují zdraví.

## 2.2 Tribologie a tribotechnika

### Tribologie

Věda zabývající se vzájemným chováním povrchů, které konají spolu navzájem pohyb. Na obrázku (Obr. 4) [1] můžeme vidět tribologický systém, kde jsou znázorněny jednotlivé prvky.[1]



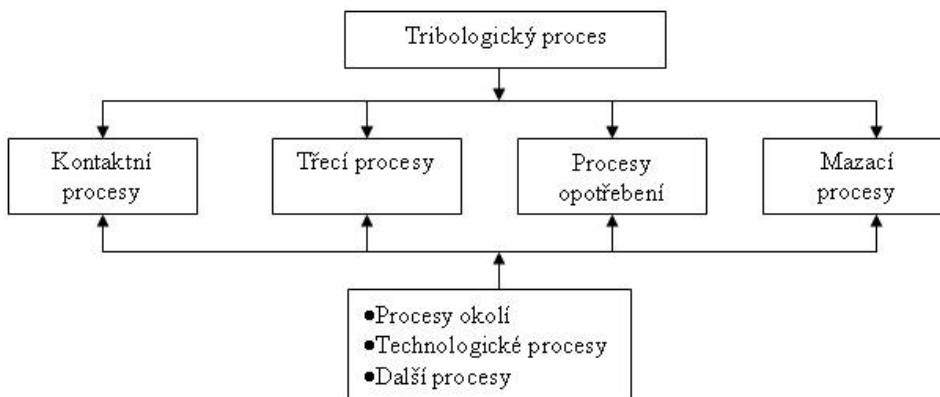
Obr. 4 – Tribologický systém [1]

- **Tribotechnika** – Je vědní obor, který se zabývá aplikací tribologických zásad do konstrukcí strojů a strojních zařízení.
- **Tribometrie** – Je měření základních tribologických parametrů a zjišťování třecí síly, tření, momentu a velikosti opotřebení.



- **Tribodiagnostika** – Informace získané na základě rozboru maziva poskytnou přehled o kvalitě maziv a technického stavu zařízení.

Pro zajištění údržby slouží tyto základní tribologické procesy, které si znázorníme na (Obr. 5) [1]. Jedná se o řešení problematiky kontaktu těles, opotřebení a mazání, tření, způsobu mazání, druh mazacích soustav atd.



Obr. 5 – Tribologické procesy [1]

## 2.3 Opotřebení

Opotřebení vzniká při vzájemném pohybu povrchů nebo media. Dochází k němu v tribologickém systému a má za následek trvalý úbytek materiálu z povrchu.

Vlastní opotřebení má určitý časový průběh. Rychlost opotřebení je různá pro fáze technického života daného objektu, nám ukazuje (Obr. 6) [2]

a- Záběh

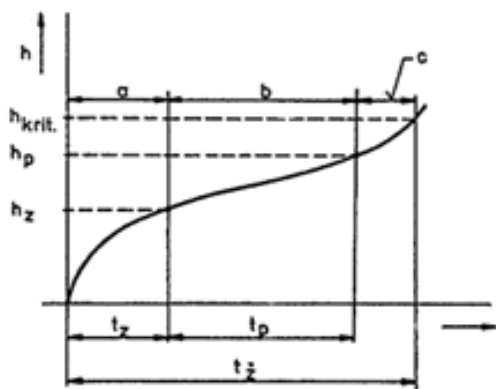
b- Provozní nasazení

c- Doběh

$h$  - Hodnota opotřebení

$h_{krit}$  – Kritická hodnota opotřebení

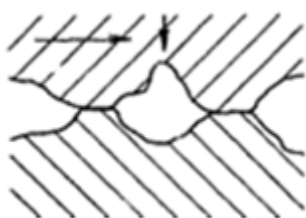
$h_z$  – Záběhová hodnota opotřebení



Obr. 6 – Časový průběh opotřebení [2]

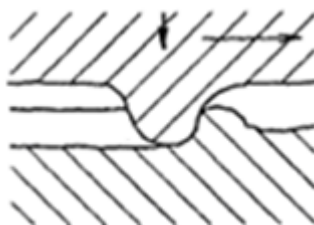
## Druhy opotřebení

- **Adhezní opotřebení (Obr. 7) [2]** - Při pohybu funkčních povrchů dochází k jejich dotyku, k porušení povrchových vrstev, k čistému kovovému styku a vzniku mikrosvárů s jejich následným porušováním, což vede k přenosu materiálu z jednoho povrchu na druhý, k uvolňování a vytrhávání částic materiálu. Tento proces ovlivňuje přítomnost maziva mezi funkčními povrchy. Intenzivní forma adhezivních účinků je nazývána zadírání. Typickým projevem poškození je jemný adhezivní oděr.



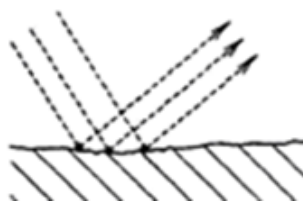
*Obr. 7 – Adhezní opotřebení [2]*

- **Abrazivní opotřebení (Obr. 8) [2]** - K tomuto opotřebení dochází při pohybu dvou materiálů a následnému rozrývání a řezání do měkčího povrchu tvrdším. Stejný účinek nastává působením volných částic, ať už oddělených z povrchu nebo nečistot z okolí. Hlavním znakem tohoto opotřebení jsou rýhy.



*Obr. 8 – Abrazivní opotřebení [2]*

- **Erozivní opotřebení (Obr. 9) [2]** - Proudem kapaliny jsou nanášeny pevné částice a ty poškozují povrch. Porušení materiálu je nerovnoměrné, často výrazně zvlněné tzn. Ovlivněné charakterem částic a rychlostí pohybu.



*Obr. 9 – Erozivní opotřebení [2]*

- **Kavitační opotřebení (Obr. 10) [2]** - Poškozování povrchu a oddělování částic v oblasti zanikání kavitačních bublin v kapalině. Hydrodynamické rázy způsobuje zánik bublin, tím se materiál namáhá a jsou vytrhávány části povrchu.



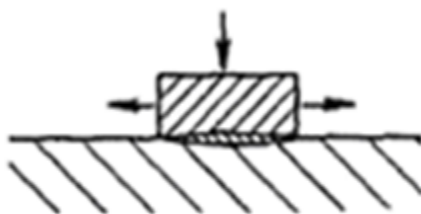
*Obr. 10 – Kavitační opotřebení [2]*

- **Únavové opotřebení (Obr. 11) [2]** - Při namáhání povrchové vrstvy se iniciují zárodky povrchových a podpovrchových trhlin. Ty se poté začnou šířit a spojovat, až uvolní materiál z povrchu. Vznikají tak důlky nazývané jako dolíčkovitě opotřebení.



*Obr. 11 – Únavové opotřebení [2]*

- **Vibrační opotřebení (Obr. 12) [2]** - Dvojice konající vibrační nebo vratný pohyb s malou amplitudou kmitání. Opotřebení tedy probíhá ve dvou stupních:
  - Tření, při kterém je porušována adhezní povrchová vrstva
  - Produkty adhezivního opotřebení oxidují a působí abrazivně



*Obr. 12 – Vibrační opotřebení [2]*

- **Korozivní opotřebení [2]** - Při práci třecí dvojice v aktivním prostředí a při vniknutí kyseliny z okolí. Při stárnutí maziva (voda, kyselina apod.). Tato opotřebení se mohou postupně kombinovat. Existují tedy dva základní druhy opotřebení, a to mechanické a chemické. K základním procesům porušující třecí povrchy patří [2]



- **Delaminace** – plastická deformace materiálu, který je vytěsňován do stran a to vede k jeho vyčerpání plastické schopnosti.
- **Mikrořezání** – opotřebení tvrdými abrazivními částicemi.
- **Vytrhávání** – opotřebení v povrchové vrstvě vzniklé vysokým zbytkovým napětím.
- **Hlubkové porušení** – vzniká lokální spojení a výrazné vytrhávání.
- **Plastické vytěsňování** – vznikají stopy v podobě rýh (cerapiny), vytlačování objemu do stran.

## 2.4 Údržba

Je nedílnou součástí každé moderní dobře fungující společnosti. Cílem každé údržby je v nejjednodušším a základním pohledu udržovat výrobní zařízení v technicky dobrém a provozuschopném stavu, při vynakládání optimálních nákladů. Údržba tedy patří k základním procesům každé výroby, ale je procesem velmi rozporuplným. Na jedné straně spotřebovává finanční prostředky, pracovní sílu, snižuje časový fond, ale na straně druhé odstraňuje následky opotřebení, prodlužuje životnost, zvyšuje provozní spolehlivost, která je nesporným užitekem.

Údržba je tedy chápána jako procesně technická činnost, což znamená, že potřebuje definovat vizi, strategii, formulovat opravdu měřitelné cíle. Také zjednodušit procesy a nároky na zdroje, zvýšit motivaci lidí. To vše vede nejen ke správnému fungování údržby, ale celé výrobní společnosti. [3]

## Údržba strojů

Lze tedy chápat jako souhrn činností (administrativních, technických, manažerských), na udržení strojního zařízení, jeho navrácení do opětovného stavu, ve kterém může dále vykonávat a plnit definovanou funkci, ke které byl určen. [3]

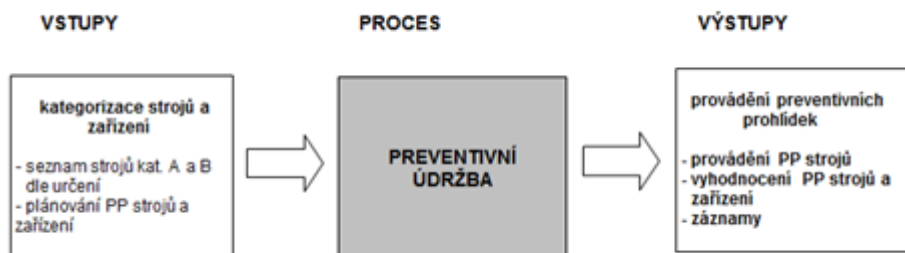
## Systém vedení údržby

- **Po výskytu poruchy**

Toto řešení oprav a údržby je nejhorším způsobem, kdy řešíme opravu až po havárii strojního zařízení.

- **Preventivní (Obr. 13) [4]**

Prováděno dle plánu preventivních prohlídek – pracovní postup (obr. 13) [4]. Plánovaná činnost vyplývající z návrhu výrobního procesu, k odstranění příčin poruch.



*Obr. 13 – Preventivní údržba [4]*

- **Prediktivní údržba**

Činnost založená na údajích z procesu, jejichž cílem je zabránit problémům při údržbě a to predikcí (poznatků) možných poruchových stavů (strojů i nástrojů)

- **Diagnostická údržba**

Pomocí metod technické diagnostiky vyhodnocuje technický stav stroje. Metodami technické diagnostiky se určují místa vzniku poruchy a detekují se. Při dosažení fáze opotřebení se provede odstavení stroje na opravu. Je možné provádět tento druh údržby monitorováním nebo formou inspekce.

- **Prognostická údržba**

Navazuje na diagnostickou údržbu. Provádí se pomocí prognózy zbytkové životnosti. Je to velice vyspělý systém. Zaručuje tak sladění odstávek pro vykonání údržby s odstávkami provozu.

- **Automatizovaná údržba**

Pomocí výpočetní techniky se provádí tento druh údržby. V reálném čase se provádí řízení údržby.

### **Prostředky zajištění údržby**

- **Autonomní údržba**

Jedná se o činnost, kterou musí vykonávat obsluha daného strojního zařízení. Musí tedy udržovat strojní zařízení podle návodu k udržování, s kterým je obeznámena. Jsou to pokyny k čištění, mazání, dodržování zásad apod. Autonomní údržba snižuje rychlost opotřebení. [3]

- **Opravy**

Provádějí se k opětovnému vytvoření požadovaného stavu stroje. Opravy odstraňují následky opotřebení.

- **Kontrolně revizní a inspekční činnost**

Provádění odborných prohlídek s nasazením metod technické diagnostiky. Kontrola a revize vyhrazených technických zařízení apod.



### 3. Představení společnosti

#### 3.1 Profil společnosti Tawesco s.r.o



V současné době je předním dodavatelem lisovacího nářadí, plechových výlisků a svařenců pro automobilový průmysl. K dlouholetým zákazníkům Tawesco patří Škoda Auto, Visteon, Magna Cartech, Iveco, John Deere, Tower, Rubena, Unikov, HBPO CZ a další. V roce 2006 oceněna titulem „Důležitý partner firmy Visteon“. V roce 2007 byla jmenována jedním ze 100 nejlepších dodavatelů do skupiny VW. [4]

#### Výrobní zaměření firmy:

- **Konstrukce a technická příprava výroby lisovacího nářadí, svařovacích a měřících přípravků.**

Tawesco s.r.o, se zabývá konstrukcí širokého spektra lisovacích nástrojů, se zaměřením na automobilový průmysl.

- **Výroba lisovacího nářadí a svařovacích a měřících přípravků**

Výroba nářadí pro klasické, postupové a transferové lisy. Výroba svařecích, kontrolních a měřících přípravků s mechanickým, pneumatickým a hydraulickým ovládáním.

- **Lisování Fe a Al výtisků na klikových a postupových lisech**

Stříhání, ohýbání a svařování dílů. Malé, střední a velké výlisky od 0,1 kg do 50 kg.

- **Svařování karoserií, dynamicky namáhaných konstrukcí a dílů pro automobilový průmysl.**

Výroba karoserií, výroba svařovaných konstrukcí, plazmové řezání, tryskání výlisků a svařovaných kompletů, renovace nástrojů a dílů, laserové řezání.

### **3.2 Tawesco s.r.o**

Firma Tawesco s.r.o, byla založena v roce 1995 vyčleněním provozu nářadovna, společnosti Tatra a.s. Více než stoletá tradice ve výrobě nářadí, související s výrobou nákladních a osobních automobilů, řadí tuto společnost mezi erudované výrobce. [4]

#### **Výroba nářadí a měřících přípravků**

- Výroba svářecích, kontrolních a měřících přípravků s mechanickým, pneumatickým a hydraulickým ovládáním. Výroba nástrojů (obr. 14) [4]
- simulace k eliminaci technických problémů



*Obr. 14 – Protahovací trn [4]*

## Výroba lisovacího nářadí

Výroba nářadí pro klasické, postupové a transferové lisy (Obr. 15) [4]



*Obr. 15 – Výroba nářadí [4]*

## Lisování Fe a Al výlisků na klikových a postupových lisech

- Malé, střední a velké výlisky od 0,1 kg do 50 kg (Obr. 16-17) [4]
- Stříhání, ohýbání a svařování dílů



*Obr. 16 – Výlisek zadního sloupku [4]*



*Obr. 17 – Výlisek nosníku [4]*

### **Svařování karoserií a dílů pro automobilový průmysl**

Svařování plamenem (Obr. 18) [4], cínování a pájení mědí a bronzi, odporové svařování švové, svařování dynamicky namáhaných konstrukcí z materiálů běžných jakostí i mikrolegovaných ocelí v tloušťkách 3 – 15 mm svařovací metodou MAG.



*Obr. 18 – Svařování kabiny vozu [4]*

## **4. Používána maziva v současnosti**

### **4.1 Maziva z pohledu životnosti a spolehlivosti**

V dnešní době jsou kladeny na stroje a strojní zařízení velmi vysoké nároky na spolehlivost a životnost. Pouze dobře a spolehlivě pracující stroj je přínosem pro výrobní závod s co nejmenšími náklady na opravy. Téměř 90% odstávek ve výrobě je zapříčiněno nevhodným mazáním strojů.

Mazivo je jedním z nejdůležitějších prvků strojního zařízení. Pro bezporuchový provoz je nutno volit mazivo vysokých jakostí. Musí splňovat požadavky jak provozovatele jednotlivých strojů, tak i konstruktéra. Mazivo je tedy nutno brát jako konstrukční prvek stroje a při nedodržení jeho jakostních parametrů dochází k provozním poruchám. Abychom předcházeli těmto poruchám, je nutné věnovat mazivu trvalou péči. [6]

V provozu strojního zařízení je úkolem maziva zmenšovat opotřebení a tření, čistit třecí plochy od nečistot, zajišťovat odvod tepla, chránit před korozí, zajišťovat regulaci řídicích prvků, snižovat hlučnost stroje a v mnoha případech musí mít elektroizolační vlastnosti apod.

V současnosti jsou maziva na dobré technické úrovni. Pomocí norem a specifikací lze hodnotit maziva jako podobná a u většiny dodavatelů deklarovat základní parametry. Na životnost maziva ve strojním zařízení ovlivňují provozní vlivy, jak lze vidět na schématu (obr. 19) [6].



*Obr. 19 – Vlivy ovlivňující životnost maziva [6]*

Látky, které znehodnocují olej, jsou převážně polární látky (kyseliny, laky, pryskyřice, polymery), ty na povrchu třecích ploch tvoří lepkavou hmotu. Na ní se přilepí prach, mechanické nečistoty, kovový prach a tvoří tak brusnou směs. Tento stav vede k nadměrnému opotřebení stroje a jeho odstavení z provozu.

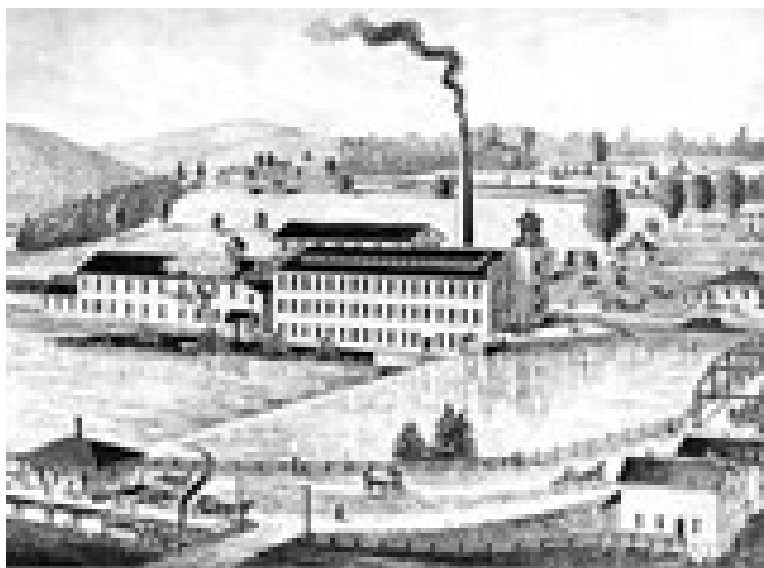
Tomuto kritickému stavu lze předejít použitím kvalitních maziv a věnovat se odstraněním nevhodných látek z maziva. Nečistoty v olejové náplni mají za následek vysoké opotřebení strojního zařízení a podporují stárnutí oleje. Je nutné tedy postupovat systematicky a kontrolovat jakostní parametry maziva a sledovat čistotu oleje v nádrži stroje. [5]

## 4.2 Historický vývoj plastických maziv

### Časová osa vývoje plastických maziv

Tato maziva prošla historickým vývojem a to z hlediska jejich kvality a životnosti. Příchodem stále dokonalejších a přesnějších strojů se zvyšovaly nároky na tyto maziva, a to po stránce tribologické. Postupem času výrobci byli nuceni zlepšovat vlastnosti a rozsah použití těchto maziv. Tato plastická maziva se dělí na jednotlivá historická období:

- **Plastická maziva 1. generace (rok. 1900), (Obr. 20) [5]** – Často nazývána jako nápravové tuky. Jedná se o první generaci těchto maziv. Vhodná jen pro jednoduchá a méně náročná zařízení. Nebyla vhodná pro vysoce zatěžované stroje. Špatně snášela extrémní změny teplot (zima/teplo). Náchylná na znečištění kontaminanty a vodou. [5]



*Obr. 20 – Generace roku 1900 [5]*

- **Plastická maziva 2. generace (rok. 1940), (Obr. 21) [5]** – Často nazývány jako litiové mýdlo. První víceúčelové plastické mazivo. Tento druh maziva vykazoval lepší vlastnosti než předešlá generace. Měla ovšem tendenci k tání za působení vysokých teplot. Nevhodné k použití v místech, kde může docházet k vymývání maziva vodou. [5]



*Obr. 21 – Generace roku 1940 [5]*

- **Plastická maziva 3. generace (rok. 1960), (Obr. 22) [5]** – Často označována jako bentonit. Tento druh plastického maziva je vhodný pro použití u strojů, kde působí zvýšené teploty. Při extrémně vysokých teplotách má ovšem tendenci uhelnatět a zapékat se. Za vysokého tlaku se může plastické mazivo stát abrazivním a negativně ovlivňovat životnost stroje. [5]





*Obr. 22 – Generace roku 1960 [5]*

- **Plastická maziva 4. generace (1980), (Obr. 23) [5]** – Tato generace plastických maziv má ojedinělou schopnost návratu skupenství. Taktéž nazýváno jako hlinitý komplex. Vhodné pro použití v oblasti výskytu vyšších teplot. Díky svému obsahu lithia má větší odolnost vůči teplotám, než předešlá generace bentonit. Nemá problém s výkonem u strojního zařízení a vykazuje dobré vlastnosti v provozu. [5]



*Obr. 23 – Generace roku 1980 [5]*

- **Plastická maziva 5. generace (dnes-současnost), (Obr. 24) [5]** – V dnešní době jsou výrobci nuceni vyvíjet maziva na vysoké úrovni. Stroje jsou kvalitnější a přesněji vyrobená zařízení. Maziva se stávají dokonalejšími a víceúčelovými strojními prvky. Nazývány často jako calcium sulfonate. Vykazují schopnost snášet extrémní zatížení s dlouhodobou životností. Časté použití jako mazivo ložisek s vysokými otáčkami a teplotami. Další z velmi důležitých vlastností je odolnost proti vodě a jiným chemikáliím. [5]



*Obr. 24 – Současná generace [5]*

## 5. Posouzení současného stavu

### 5.1 Výběr oblasti strojů

Tawesco s.r.o., je dceřiná společnost firmy Promet Tools a.s. Sídlí v areálu Tatra v Kopřivnici. Areál závodu má velkou rozlohu a skládá se z jednotlivých budov. V budově lisovny se nachází celá řada lisů, jedním z nich je i kloubový lis LKDK 500A od firmy ŽĎAS, a.s. Tento Kloubový lis (Obr. 25) [7] byl vybrán jako jeden ze zkoumaných objektů a dalším strojem byl vybrán Trimill VM 6535, obráběcí centrum (Obr. 26). Pro tato dvě zařízení byl v této bakalářské práci navržen mazací plán.



*Obr. 25 – Kloubový lis LKDK 500A [7]*



*Obr. 26 – Trimill VM 6535*



*Obr. 27 – Řízení stroje Trimill VM 6535*

## 6. Výběr klíčového stroje - kloubový lis LKDK 500A

Jako jeden ze strojů pro návrh mazacího plánu byl vybrán kloubový lis LKDK 500A, a to z důvodu velkého vytížení stroje a důležitosti pro výrobu v závodu. Následně byl odebrán vzorek oleje pro rozbor.

### 6.1 Popis stroje LKDK 500A

Jedná se o klikový, dvoubodový lis, s kloubovým mechanismem z produkce firmy ŽĐAS, a.s. LKDK 500 a je určen pro tvářecí operace plechových dílů, pro rozměrné výlisky, vyžadující větší hloubku tahu (automobilový průmysl). Kloubový mechanismus umožňuje vysoký výkon lisu, ale zachovává optimální podmínky tváření. Tento lis je vybaven centrálním oběhovým mazáním, hydraulicky ovládanou brzdou a spojkou. Je vhodný pro tváření karosářských linek. [7]

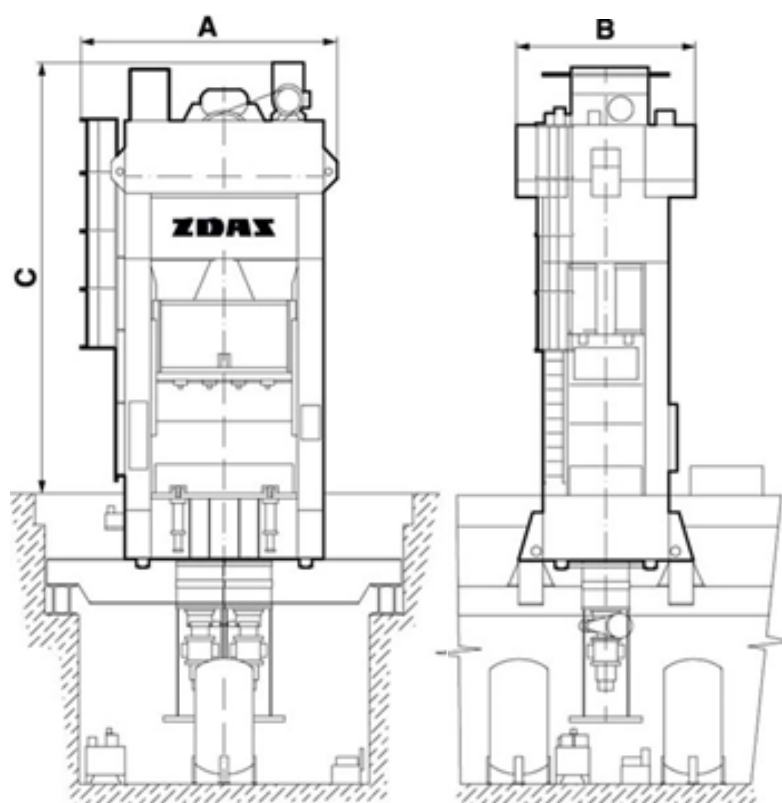
#### 6.1.1 Technické parametry stroje

Uvádím zde hlavní rozměry stroje v tabulce 1.

Tabulka číslo 1 – Hlavní rozměry stroje [7]

Rozměr	Velikost v [mm]
A	4900
B	3350
C	5800

Pro názornou ukázkou rozměru stroje jsem zde umístil obrázek lisu (Obr. 28) [7]



Obr. 28 – Rozměry stroje lisu LKDK 500A [7]

### **Hlavní technické parametry Lisu**

Tabulka číslo 2 – Hlavní technické parametry lisu LKDK 500A [7]

<b>Jmenovitá síla</b>	kN	5000
<b>Sevřená výška</b>	mm	900
<b>Zdvih</b>	mm	800
<b>Počet zdvihů – trvale</b>	min <sup>-1</sup>	20
<b>Počet zdvihů – jednotlivě</b>	min <sup>-1</sup>	10
<b>Upínací plocha beranu – šířka x hloubka</b>	mm	2800 x 1500
<b>Přestavení beranu</b>	mm	500
<b>Upínací plocha stolu – šířka x hloubka</b>	mm	2800 x 1500
<b>Přidržovací síla</b>	kN	1250
<b>Zdvih spodního přidržovače</b>	mm	200
<b>Přestavení spodního přidržovače</b>	mm	200
<b>Výkon hlavního motoru</b>	kW	85

### **Potřebné druhy olejů a tuků**

Pro vybraný stroj se používá více druhů maziv. Maziva se liší svým druhem a vlastnostmi podle oblasti použití u jednotlivých agregátů stroje LKDK 500A (Tab. 3) [4]

### **Tabulka použitých olejů a tuků**

Tabulka číslo 3 – Oleje a tuky pro lis LKDK 500A [4]

<b>Typ oleje, nebo tuků</b>	<b>Množství</b>
<b>Olej trvanlivý K8 – ČSN 656650 (Kernite Top Blend 80W90)</b>	250 l
<b>Olej hydraulický OH-HM46 TPD 22-262-87</b>	75 l
<b>Olej automobilový převodový PP 80</b>	1 l
<b>Olej turbínový TB 32 ČSN 656620</b>	0,5 l
<b>Plastické mazivo – NH2</b>	1 l

## **6.2 Rozbor olejové náplně lisu LKDK 500A**

K rozboru olejové náplně byl podroben olej K8 – ČSN 656650. Tento typ oleje byl vybrán pro své množství (250 l) a jedná se o centrální mazání kloubového lisu.

Rozbor a vyhodnocení tohoto oleje provedla firma ESOS Ostrava, s.r.o. Veškeré výsledky tohoto měření poskytla firmě Tawesco s.r.o.

### **Vlastnosti Olej Kernite Top Blend 80W 90**

Je vysoce výkonný převodový olej, který zajišťuje dokonalé mazání v širokém rozsahu převodovek, náprav a rozvodovek vyžadujících specifikaci API GL-4/GL-5/MT-1. Skládá se z pečlivě vybraných základových olejů a dobře vyvážených vysokotlakých aditiv. Poskytuje vynikající ochranu vůči opotřebení zařízení, zajišťuje velmi dobrou antikorozi ochranu a zabraňuje pění. V (Tab. 4) [9] můžeme vidět vlastnosti tohoto oleje. [9]

Tabulka číslo 4 – Vlastnosti oleje Kernite Top Blend 80W 90 [9]

<b>VLASTNOSTI</b>	<b>ZKUŠEBNÍ METODA</b>	<b>TYPICKÉ VLASTNOSTI</b>
<b>Kód výrobku:</b>		<b>7ac4311</b>
<b>SAE viskozitní třída</b>	SAE J306	80W-90
<b>Kinematická viskozita při 40°C:</b>	ASTM D7042	148 mm <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>
<b>Kinematická viskozita při 100°C:</b>	ASTM D7042	14,5 mm <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>
<b>Viskozitní index</b>	ASTM D2270	96
<b>Hustota při 15°C:</b>	ASTM D4052	902 kg.m <sup>-3</sup>
<b>Bod vzplanutí (COC):</b>	ASTM D92	200°C
<b>Bod tuhnutí:</b>	ASTM D97	-27°C

## 6.3 Vyhodnocení měření

### 6.3.1 Záznam o degradaci a znečištění olejové náplně

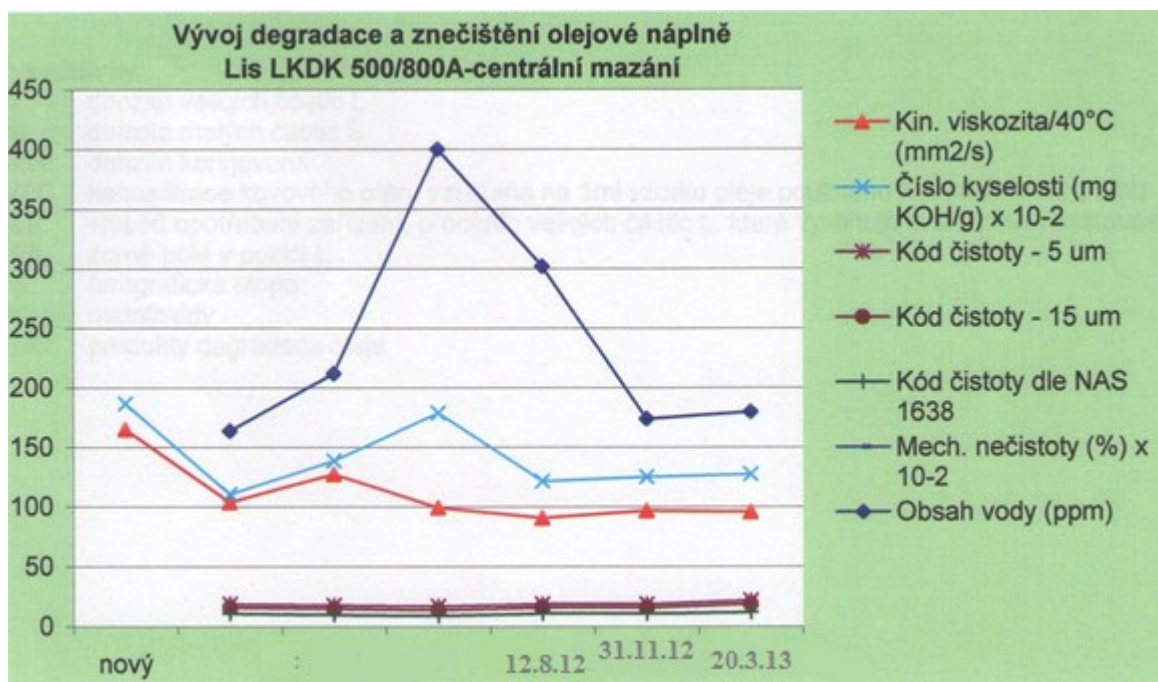
Tabulka číslo 5 – Záznam degradace a znečištění olejové náplně [4]

<b>Datum odběru</b>	<b>Doporučený limit nebo rozsah</b>	<b>nový</b>	<b>12.8.2012</b>	<b>31.11.2012</b>	<b>20.3.2013</b>
<b>Kin.viskozita/40°C (mm<sup>2</sup>/s)</b>	Nárůst či pokles o max. 20%	164,97	90,82	97,16	96,06
<b>Kód čistoty ISO 4406, 5-15 mm</b>	max. 20		19	19	22
<b>Kód čistoty ISO 4406, nad 15 mm</b>	max. 17		16	16	19
<b>Kód čistoty v NAS 1638</b>	max. 12		11	11	12
<b>Mechanické nečistoty (%)</b>	-		-	-	-
<b>Obsah vody (ppm)</b>	max. 1000 ppm		302	174	180
<b>Číslo kyselosti (mg KOH/g)</b>	zvýš. max o 0,2 za 3 měsíce	1,87	1,22	1,26	1,28
<b>Barva - vizuální metodika</b>	změna	žlutá	hnědá	hnědá	sv.hnědá
<b>Vzhled - vizuální metodika</b>	změna	čirý	průhledný	průhledný	průhledný

Z (Tab. 5) [4] můžeme vidět, že kin.viskozita při 40°C klesla a pak se nepatrně zvýšila. Obsah vody v olejové náplni se značně snížil. Vizuální metodika vzhledu oleje neprokázala žádnou změnu. Barva se mezi jednotlivými odběry změnila, a to z hnědé na světle hnědou.



### 6.3.2 Grafické vyjádření vývoje znečištění a degradace olejové náplně



Obr. 29 – Grafické vyjádření znečištění a degradace olejové náplně [4]

Z grafického vyjádření (Obr. 29) [4] můžeme vidět historický vývoj degradace a znečištění olejové náplně. Nejzajímavějším časovým vývojem prošel obsah vody v olejové náplni. Obsah vody v oleji se značně zvýšil a pak snížil. Kin.viskozita při 40°C se oproti hodnotě nového oleje značně snížila.

### 6.3.3 Záznam opotřebení strojního zařízení

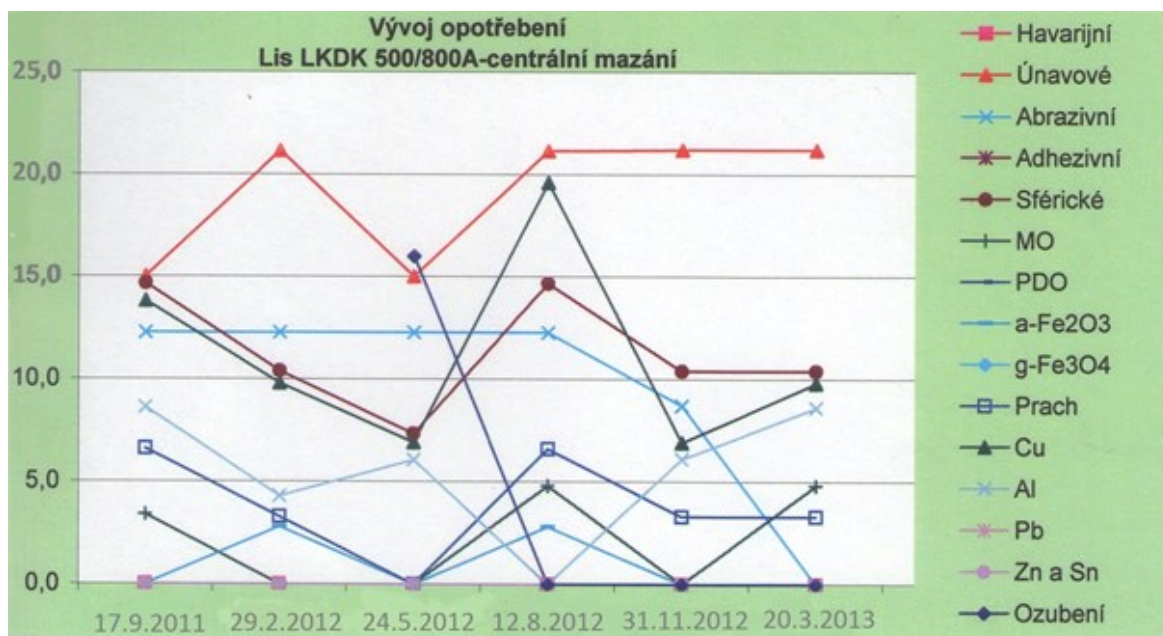
Tabulka číslo 6 – Opotřebení strojního zařízení [4]

Ferrografický protokol		Lis LKDK 500A - centrální mazání				
20.3.2013		Kernite Top Blent 80W90			5+15(32)/32	
Částice	Kód	Max.vel.v um	Počet	Pozice	Popis č.	Kód.hod.
				Při zvětšení 250x		
Havarijní	9,5					0
Únavové	7,5	85	13	ZP/L		21,2
Abrázivní	8,7					0
Adhézivní	7				vyhovuje	0
Sférické	5,2		5	ZP/L		10,4
MO	3,4	50	2	ZP/L		4,8
PDO	1,8					0
a - Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,8					0
g - Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	5					0
Ozubení	8					0
Prach	3,3	110	ojetině	FS		3,3
Cu	4,9	50	4	FS		9,8
Al	4,3	55	7	FS		8,6
Pb	4,7					0
Zn a Sn	4,5					0
						58,1
Kvantitativně	DI	Ds		WPC	PLP v %	
	36,8	19,1		11,18	65,8	

#### Vysvětlivky:

DI	denzita velkých částic L
Ds	denzita malých částic S
Dkor	denzita korigovaná
WPC	koncentrace kovového otěru vztažená na 1ml vzorku oleje použitého k přípravě ferogramu
PLP	stupeň opotřebení zařízení, procento velkých částic L, které vystihuje kvantitativní zastoupení částic
ZP/L	zorné pole v pozici L
FS	ferografická stopa
MO	metaloxiny
PDO	produkty degradace oleje

### 6.3.4 Grafický záznam opotřebení



Obr. 30 – Grafický vývoj opotřebení [4]

### 6.3.5 Hodnocení

Tabulka číslo 7 – Stav olejové náplně [4]

Lis kloubový LKDK 500A	Stav degradace a znečištění olejové náplně	Stupeň opotřebení strojních částí
Centrální mazání	Nepřípustný	střední

### 6.3.6 Závěr – lokalizace poruchy

Kinematická viskozita je trvale na nepřípustné hodnotě. Znečištění hodnocené pomocí kódu čistoty přesáhlo doporučený limit. Koncentrace kovového otěru i stupeň opotřebení jsou na střední úrovni.

### 6.3.7 Doporučení – prognóza poruchy

Doporučení pro výměnu olejové náplně s proplachem. Další tribodiagnostická kontrola po provedeném opatření a třech měsících provozu.

### **6.3.8 Vyhodnocení – detekce poruchy**

Vyhodnocení je provedeno dle platných ČSN: Číslo kyselosti 65 6070, Kinematická viskozita při 40°C 65 6216, Obsah vody coulometricky 65 0330, Kód čistoty dle ISO 4406 a NAS 1638, Mechanické nečistoty filtrací 65 6219, Barva a vzhled – metodika vizuální, instrumentální metodika – ferografie mikroskopická.

#### **Mazací plán**

Mazací plán je technická dokumentace, která je nezbytnou součástí dokonalé údržby strojního zařízení. Musí být umístěn na viditelném místě u stroje, pro který je mazací plán určen. Tento plán, nám udává: intervaly výměny maziva (oleje, tuku), množství, místo výměny, typ měněného maziva a jak se bude provádět jeho výměna.

### **6.4 Zpracování mazacího plánu pro lis LKDK 500A**

Výsledkem rozboru olejové náplně centrálního mazání je stav degradace a znečištění olejové náplně jako nepřijatelný. Výrobce předepisuje interval výměny olejové náplně po 1500 hodinách. Na základě rozboru oleje byl tento interval výměny oleje prodloužen na 2000 hodin. Prodloužení intervalu výměny olejové náplně vede ke snížení finančních nákladů na provoz stroje.

Stroj pracuje v nepřetržitém provozu a to má za následek rychlé dosažení provozních hodin k výměně olejové náplně. Pracovní doba stroje je 7 200 h ročně. Při prodloužení intervalu výměny oleje z 1 500 h na 2 000 h ušetříme jednu výměnu za rok. Běžná cena oleje Kernite Top Blend 80W 90 (jeden litr) činí 556,- Kč. Ročně tedy ušetříme na tomto stroji za výměnu olejové náplně 139 000,- Kč + olejové filtry a prostoje.

## Mazací plán lisu LKDK 500A

		<b>ÚDRŽBA</b>		Datum 28.4.2013			
<b>Mazací plán</b>							
<b>Středisko</b>		<b>Název stroje</b>		<b>Vytvořil</b>			
Lisovna		LIS LKDK 500A		Patrik Sopuch			
<b>Vedoucí údržby</b>		Aleš Hrabovský					
Náčrtek							
							
<b>Před každou činností vypni stroj hlavním vypínačem</b>							
<b>OBSLUŽNÉ MÍSTO</b>	<b>OLEJOVÁ NÁPLŇ AGREGÁ TU</b>	<b>TLMAZNICE VYJEŽDĚJÍCÍHO STOLU</b>	<b>OLEJOVÁ NADŘZ AGREGÁTU</b>	<b>OLEJOVÁ NÁPLŇ UPÍNEK NÁSTROJŮ</b>	<b>TLAKOVÝ MAZACÍ PŘÍSTROJ</b>	<b>TLAKOVÁ MAZNICE SPOJKY</b>	<b>TLAKOVÁ MAZNICE BRZDY</b>
<b>Pozice</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Úkon</b>							
KONTROLA	200h			200h		5000h	5000h
DOPLNĚNÍ MAZIVA							
ČISTĚNÍ		2000h				2000h	2000h
DALŠÍ VÝMĚNA	2000h	Týdně	5000h	5000h	5000h	Týdně	Týdně
NÁPLŇ	K8	TB32	OH-HM46	PP 80	NH2	TB32	TB32
OBJEM L	250	0,5	75	1	1	0,5	0,5
<b>Úkon</b>	<b>Poznámka</b>						
KONTROLA	Provest vizuální kontrolu netěsnosti. Kontrola množství maziva						
ČISTĚNÍ	Čištění mazacího agregátu						

Mazací plán jsem zpracoval formou tabulky, viz (Příloha A). Kde mazané místa lze vyhledat dle barevného označení s číslem pozice a popisem úkonu.

## 7. Výběr klíčového stroje - Trimill VM 6535

Dalším vybraným strojem je Trimill VM 6335 (Obr. 31) obráběcí centrum pod produkcí firmy Trimill, a.s., Vsetín. Tento stroj se nachází rovněž v oblasti lisovny a je velmi důležitou součástí celé výroby firmy Tawesco s.r.o. K tomuto stroji byl rovněž vypracován mazací plán.



*Obr. 31 – Trimill VM 6335*

### 7.1 Popis troje Trimil VM 6335

Jedná se o vertikální pětiosé obráběcí centrum, cíleně zkonstruované pro obrábění lisovacích nástrojů, forem a zápustek. Tento stroj je výrobkem firmy Trimill, a.s., Vsetín. Má uzavřenou konstrukci příčnicku a křížového suportu s uvnitř uloženým smykadlem a frézovací jednotkou. Pro dosažení konstantních výsledků obrábění je využíváno stabilních termosymetrických vedení. Díky jednomu upnutí obrobku při hrubování a dokončovacím obráběním je dosažena vysoká produktivita. Velmi kompaktní stroj, který není náročný na zástavbový prostor na pracovišti, avšak zaručuje velký pracovní prostor.

Poloautomatická nebo automatická výměna frézovací hlav – obrábění s úhlovou, přímou a vidlicovou frézovací hlavou. Pevné části stroje jsou odlitky z minerálního betonu

a z šedé nebo tvárné litiny jsou tvořeny pohyblivé části stroje. Je vybaven automatickým systémem odstraňování třísek a zásobníkem nástrojů.

### 7.1.1 Technické parametry stroje Trimill VM 6335

Zde uvádím technické parametry stroje Trimill VM 6335 v tabulce 8 [8]

Tabulka číslo 8 – parametry stroje Trimill VM 6335 [8]

<b>Hmotnost stroje</b>	66 000 kg
<b>Rozměry s dopravníkem třísek (D x Š x V)</b>	8 350 x 8 050 x 5 700 mm



*Obr. 32 – Obráběcí hlava [8]*



*Obr. 33 – Výměnný nástroj [8]*



## 7.1.2 Hlavní technické parametry stroje

Tabulka číslo 9 – Hlavní parametry stroje Trimill VM 6535 [8]

<b>Přímá frézovací hlava</b>	
Stálý výkon (S1/100%)	52 kW
Rozsah otáček	2 500 ot.min <sup>-1</sup>
Stálý krouticí moment (S1/100%)	1 000 Nm
Jmenovité otáčky	500 ot.min <sup>-1</sup>
Upínací kužel dle	DIN 69 893 HSK 100
<b>Vidlicová frézovací hlava</b>	
Stálý výkon (S1/100%)	25 kW
Rozsah otáček	10 000 ot.min <sup>-1</sup>
Stálý krouticí moment (S1/100%)	195 Nm
Jmenovité otáčky	1 230 ot.min <sup>-1</sup>
Upínací kužel dle	DIN 69 893 HSK 100
<b>Úhlová 90° frézovací hlava</b>	
Stálý výkon (S1/100%)	25 kW
Rozsah otáček	10 000 ot.min <sup>-1</sup>
Stálý krouticí moment (S1/100%)	195 Nm
Jmenovité otáčky	1 230 ot.min <sup>-1</sup>
Upínací kužel dle	DIN 69 893 HSK 100
<b>Pracovní pojezdy</b>	
Osa X	4 500 (5 500, 6 500) mm
Osa Y	2 500 (3 500) mm
Osa Z	1 250 (1 400) mm
Osa B (naklápění hlavního vřetene ve vidlicové hlavě)	-50/+95°
Osa C (otáčení vidlicové frézovací hlavy)	+/- 182°
Rozteč upínací plocha stolu/čelo vřetene	max. 1 410 mm
<b>Pracovní stůl</b>	
Upínací plocha (X/Y)	4 500 x 2 800 mm
Hmotnost obrobku	max. 7 000 kg.m <sup>-2</sup>
T-drážky	22 mm H12
Rozteč T-drážek	250 mm

### Mazání stroje

Mazací systém stroje je systém ztrátového mazání obsahující mazací větve, do nichž je tuk dodáván čerpadlem mazacího agregátu. Vstupní větev se rozvětjuje do souřadnicových



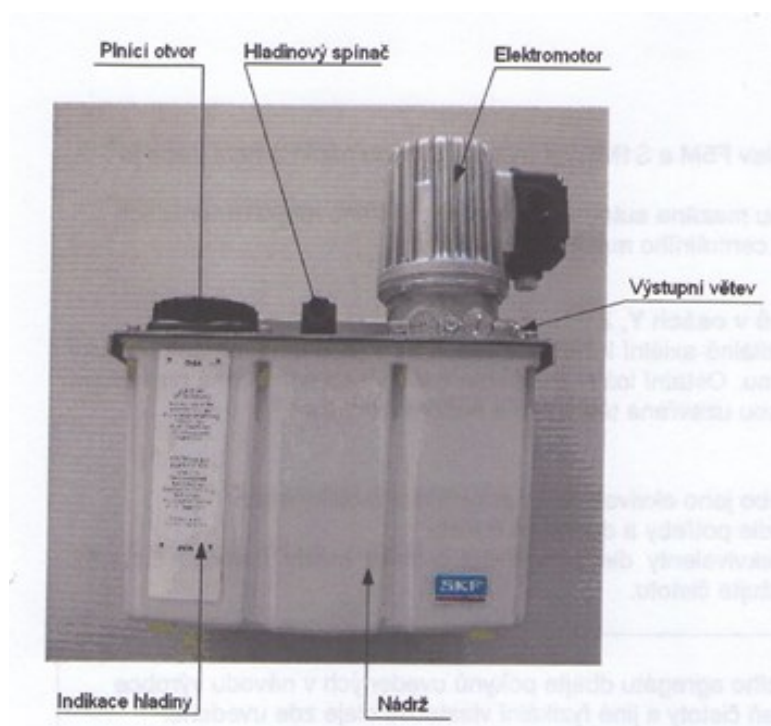
os X (2x), Y a Z je určena pro mazání všech valivých jednotek lineárních vedení, kuličkových matic a některých ložisek uložených kuličkových šroubů. Mazání je prováděno automaticky. Čerpadlo je uvedeno do chodu povelom z řídicího systému po zapnutí stroje a dále předem stanovených intervalech.



*Obr. 34 – Mazací agregát [4]*

Pro dodávání tuku do mazacích míst je čerpadlo zapínáno v závislosti na ujeté dráze souřadnic. Ujetá dráha je sledována řídicím systémem. Po dosažení potřebného tlaku dojde k sepnutí tlakových spínačů a čerpadlo je vypnuto (Obr. 35) [4]. Pro dosažení nabití dávkovače je zaveden časový interval 1 min. Pokud v intervalu 45 min není dosaženo předvolené dráhy je v tomto čase čerpadlo zapnuto. Po ukončeném mazacím cyklu jsou dráha i čas popsáním způsobem od začátku.

Dosažení pracovního tlaku je hlídáno tlakovými spínači zabudovanými ve vzdálenějších koncích jednotlivých mazacích větví. Není-li po zapnutí mazacího agregátu (Obr. 34) [4] pracovní tlak dosažen do stanoveného časového limitu, je pohyb v souřadných osách zastaven a na displeji řídicího systému je zobrazeno chybové hlášení „MAZÁNÍ SOUŘADNIC“. Za normálních podmínek nevyžadují tlakové spínače žádnou údržbu.



Obr. 35 – Popis mazacího agregátu [4]

### Maziva určena pro Trimill VM 6535

Tabulka číslo 10 – Maziva použitá ve stroji Trimill VM 6535 (Tab. 9) [4]

Označení oleje (ISO)	NLGI	G 68	CLP 150	HM 46
Použití	Mazání os a hlav F5M,S1M	Vřeten.jedn otka T20M	Převodky X osy	Hydraulický agregát
Výrobce (SHELL)	ARCANOLLOAD 150	TELLUS S68	OMAL HD 150	TELLUS OIL 46
Hustota (15°C)(g/cm <sub>3</sub> )	-	-	-	0,879
Viskozita ISO Grade (40°C)(mm <sup>2</sup> /s)	-	68	150	46
Viskozita ASTM, SUS (100°F)	-	315	-	215

## **Pravidla mazání Trimill VM 6535**

- **Ložiska uložení vřetene**

Ložiska uložení vřetenové jednotky hlav F5M a S1M mají trvalou náplň a není třeba je dodatečně mazat. Ložiska vřetenové jednotky T20M jsou mazána automaticky v předem stanovených intervalech kapkami oleje nesenými vzduchem z centrálního mazacího systému.

- **Ložiska uložení kuličkových šroubů v osách Y, Z**

Radiálně-axiální ložisko v ose Z a radiálně-axiální ložisko v osách X, Y jsou mazána automaticky tukem z centrálního mazacího systému. Ostatní ložiska v těchto osách jsou namazána plastickým mazivem s dlouhodobou životností, jsou uzavřena těsněním a nemažou se.

- **Nádrž mazacího agregátu**

Mazací tuk NLGI stupeň 2 dle ISO. Doplnovat nádrž podle potřeby a dodržovat čistotu. Mazací olej G68 dle ISO. Doplnovat nádrž podle potřeby a dodržovat čistotu.

- **Převodovka pohonu posuvů osy X**

Hydraulický olej HM 46 dle ISO.

- **Nádrž chladícího agregátu**

Pro chlazení nástroje – určeno pro chladicí kapalinu na bázi vodního roztoku, ne pro řezný olej. Doplnovat podle potřeby. Chladicí kapalina musí obsahovat alespoň 3% oleje, aby byl zajištěn její mazací a antikorozní účinek.

## 7.2 Zpracování mazacího plánu pro Trimill VM 6335

		<b>ÚDRŽBA</b>		Datum 28.4.2013	
<b>Mazací plán</b>					
<b>Středisko</b>		<b>Název stroje</b>		<b>Vytvořil</b>	
Nářadovna		TRIMILL VM 6335		Patrik Sopuch	
<b>Vedoucí údržby</b>		Aleš Hrabovský			
<b>Náčrtek</b>					
					
<b>Před každou činností vypni stroj hlavním vypínačem</b>					
<b>OBSLUŽNÉ MÍSTO</b>	<b>MAZACÍ AGREGÁT</b>	<b>VZDUCHOVÝ FILTR</b>	<b>HYDRAULICKÝ AGREGÁT</b>	<b>FILTR HYDROVLAK R</b>	<b>PLANETOVÉ PŘEVODOVKY</b>
<b>Pozice</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Úkon</b>					
<b>KONTROLA</b>	200h		8h		2000h
<b>DOPLNĚNÍ MAZIVA</b>			2000h		2000h
<b>ČIŠTĚNÍ</b>	5000h	2000h	2000h	2000h	1000h
<b>DALŠÍ VÝMĚNA</b>	5000h	5000h	2000h	2000h	10000h
<b>NÁPLŇ</b>	TUK NLGI 2		OLEJ HM 46		CLP 150
<b>OBJEM L (GAL)</b>	2,6 (0,68)		45(11,89)		2 (0,53)
<b>Úkon</b>	<b>Poznámka</b>				
<b>KONTROLA</b>	Provést vizuální kontrolu netěsnosti. Kontrola množství maziva.				
<b>ČIŠTĚNÍ</b>	Čištění mazacího agregátu. Čištění filtru stlačeným vzduchem.				
<b>DOPLNĚNÍ MAZIVA</b>	V případě malého množství, doplnit mazivo po rysku				

Forma zpracování mazacího plánu, je shodná s předešlým viz (příloha B)

## **8. Doporučení pro následný provoz**

### **8.1 Celkové shrnutí poznatků**

U lisu LKDK 500A byl proveden rozbor olejové náplně centrálního mazání o objemu 250 l. Výsledkem bylo značné znečištění olejové náplně a degradace jako nepřípustná. Výrobce stanovil interval výměny oleje na 1500 hodin. Rozborem bylo zjištěno, že k degradaci olejové náplně dochází až při 2000 hodinách. Následným prodloužením intervalu výměny z 1500 hodin na 2000 hodin se ušetří nemalé finanční náklady na údržbu a provoz lisu. Byl vypracován návrh mazacího plánu k vybranému lisu LKDK 500A.

U obráběcího centra Trimill VM 6535 je malé množství olejové náplně, proto se nevyplatí provádět rozbor o stavu olejové náplně. U tohoto zařízení bylo dostatečné pouze vypracování návrhu mazacího plánu. Dodržením mazacího plánu dojde k optimalizaci nákladu na údržbu tohoto stroje.

### **8.2 Návrh péče o maziva**

Kvalita olejů a plastických maziv se může v průběhu doby zhoršovat. Důležitou podmínkou je dobré skladování maziv. Mělo by být takové, aby jednotlivá maziva byla k dispozici obsluze daného zařízení. Musí být zajištěna plynulá dodávka maziv, aby byla použita před vypršením expirační lhůty. Negativní vlivy v průběhu skladování mohou být zapříčiněny působením vzduchu, teploty, světla, částicemi nečistot, vody a vlhkosti. Maziva musí být skladována v prostředí tomu určeném (suchém, chladném a uzavřeném prostoru, bez přímého slunečního záření). Maziva skladujeme v původním obalu a po použití nádobu okamžitě uzavřeme. [10]

Maximální doporučená doba skladování zásob plastického maziva jsou dva roky a pro oleje deset let za předpokladu dodržení podmínek skladování.

Při překročení doby skladování maziva je vhodné zkontrolovat, jestli maziva splňují požadavky a specifikace.

### 8.3 Pravidla tribodtechnické diagnostiky

Každý stroj a strojní zařízení využívá pro svou správnou funkci mazivo, aby nedocházelo k vysokému opotřebení a poruše stroje. Toto mazivo nám může posloužit jako nositel informací o stavu stroje a jeho částí (tak jako u člověka krev). Abychom mohli zjistit degradaci a znečištění maziva, musíme provést jeho rozbor. [11]

Na stroje v dnešní době jsou kladeny stále větší nároky, a proto se zlepšují i kvality používaných maziv. Jejich funkční vlastnosti jsou na lepší úrovni a mohou fungovat ve strojním zařízení delší dobu než bylo dříve. Tato skutečnost nám může ušetřit finanční náklady na údržbu strojů v podobě prodloužení intervalu výměny oleje. Rozbor olejové náplně je ovšem drahou záležitostí, proto se provádí jen na velkém množství používané náplně. Navrhují tedy:

- Provést u většiny strojů ve výrobě rozbor olejové náplně, a to u větších objemů náplní. Rozbor provozních náplní je nutné provádět za dodržení podmínek stanovených normami a technickými podmínkami. Ten smí provádět jen firma mající k tomuto patřičné oprávnění (certifikace od výrobce, nebo státní zkušebny). Následně podle výsledku rozboru prodloužit interval výměny nebo provést výměnu ihned.
- Olejovou náplň vyměnit nebo provést mimo okruhovou filtraci oleje (za předpokladu výskytu, jen mechanických nečistot, případně vody).

Další důležitou podmínkou je čistota při výměně olejové náplně a dodržování stanovených intervalů výměny dle navrženého mazacího plánu pro vybrané stroje. Řádné proškolení obsluhy stroje a seznámení s mazacím plánem. Při vizuální kontrole stroje a výskytu úniku oleje zařízení zastavit a ihned informovat pověřeného pracovníka. [12]

## 9. Závěr

Cílem této bakalářské práce byl výběr klíčových strojů ve výrobě firmy Tawesco s.r.o. a následné vypracování mazacích plánů. Tyto mazací plány slouží jako návod k lepší organizaci údržby těchto strojů. Dále jsem zde popsal problematiku druhu mazání a typu opotřebení funkčních ploch. Také jsem uvedl důležitost správné údržby strojů a strojních zařízení. Žádný stroj bez kvalitní údržby nemůže pracovat bez poruchy. Při jeho poruše se finanční náklady zvyšují.

Vybral jsem stroje, které jsou ve výrobě firmy Tawesco s.r.o. nepostradatelné. Jedním z vybraných strojů byl kloubový lis LKDK 500A, který se nachází v oblasti provozovny lisovny. Jednalo se o systém oběhového mazání o objemu 250l. Firma ESOS Ostrava, s.r.o. odebrala vzorek oleje na rozbor. Následně vyhotovila výsledek analýzy olejové náplně. Na základě výsledku měření jsem došel k závěru. K degradaci olejové náplně dochází až po 2000 hodinách provozu lisu, což je o 500 hodin více než udává výrobce. Prodloužením tohoto intervalu výměny olejové náplně na 2000 hodin může ušetřit nemalé finanční náklady na provoz a údržbu lisu. Následně jsem vypracoval k tomuto lisu mazací plán, kde jsem tento prodloužený interval uvedl. Mazací plán jsem zpracoval, aby bylo zřejmé, kdy se má mazivo měnit, kde, jak často a jaký druh maziva.

Dalším zařízením, které jsem vybral pro zpracování mazacího plánu, je Trimill MV 6535. Toto obráběcí centrum se nachází v provozovně lisovna a je pro výrobní zaměření firmy velice důležitý. Uvedl jsem v této bakalářské práci všechny potřebné druhy maziv, které jsou zapotřebí pro správnou funkci stroje. Protože se jednalo o malé množství používaného maziva ve stroji, neprováděl jsem rozbor olejové náplně. Popsal jsem jen funkci mazacího systému obráběcího centra a zpracoval mazací plán. Doporučil jsem podmínky pro provoz stroje a stanovil tribologickou péči.

Věnoval jsem také pozornost péči o maziva. Za jakých podmínek by měly být tato maziva skladována a jakým negativním vlivům by neměla být vystavená. S rostoucími nároky na stroje, jsou výrobci nuceni kvalitu maziv stále zlepšovat. Doporučil jsem pravidla tribotechnické diagnostiky u vybraných strojů.

## Seznam použité literatury

- [1] HELEBRANT, F., ZIEGLER, J., MARASOVÁ, D. *Technická diagnostika I-Tribodiagnostika*. 1. vydání, Ostrava, VŠB-TU Ostrava, 2001, 158s. ISBN 80-7078-883-6
- [2] VOCEL, M. Tření a opotřebení strojních součástí. Praha: SNTL, 1976, 374 s.
- [3] HELEBRANT, F., ZIEGLER, J. *Technická diagnostika a spolehlivost*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2004, 173 s. ISBN 80-248-0650-9.
- [4] Podklady firmy Tawesco s.r.o. Kopřivnice
- [5] Podklady firmy NCH Czechoslovakia spol s.r.o.
- [6] Mazání: Provozní spolehlivost strojů a čistota oleje. [online]. [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.cmms.cz/mazani/206-provozni-spolehlivost-stroju-a-cistota-oleje.html>
- [7] Tvářecí stroje: lisy kloubové. [online]. [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?catid=86>
- [8] Produkty: TRIMILL VM 4525. [online]. [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.trimill.cz/cz/produkty/71-trimill-vm-4525.html>
- [9] Produkty: Převodové oleje pro automobily. [online]. [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: [http://www.77lubricants.cz/fotky4032/TECHNICKE\\_LISTY/AUTOGEAR\\_XP\\_80W-90.pdf](http://www.77lubricants.cz/fotky4032/TECHNICKE_LISTY/AUTOGEAR_XP_80W-90.pdf)
- [10] SZCZEREK, M. WISNIEWSKI, M. *Tribologie, Tribotechnika*. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji Radom, 2000. 727 s. ISBN 83-7204-199-7.
- [11] ŠAFR, E. *Technika mazání*. 2. dopl. vydání, SNTL Praha - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1970. 381 s. 04-010-70.
- [12] ŠAFR, E. *Tribotechnika*. SNTL Praha - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1984. 300 s. 04-243-84.



## **Seznam příloh**

**Příloha A** – Návrh mazacího plánu, ke stroji Trimill VM 6535



**Příloha B** – Návrh mazacího plánu, ke stroji lis LKDK 500A

**Příloha C** – Lis LKDK 500A



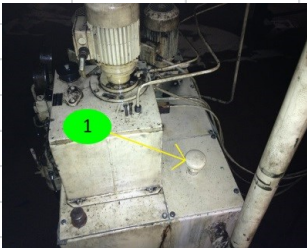

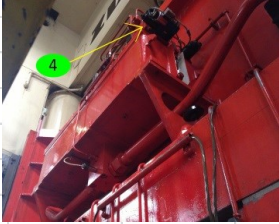
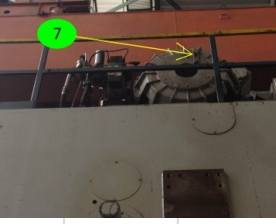
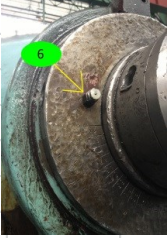
**Příloha D** – Obráběcí centrum Trimill VM 6535

# **Přílohy**

# Příloha A

		<b>ÚDRŽBA</b>		Datum 28.4.2013	
<b>Mazací plán</b>					
<b>Středisko</b>		<b>Název stroje</b>		<b>Vytvořil</b>	
Nářaďovna		TRIMILL VM 6335		Patrik Sopuch	
<b>Vedoucí údržby</b>		Aleš Hrabovský			
Náčrtek					
					
<b>Před každou činností vypni stroj hlavním vypínačem</b>					
<b>OBSLUŽNÉ MÍSTO</b>	<b>MAZACÍ AGREGÁT</b>	<b>VZDUCHOVÝ FILTR</b>	<b>HYDRAULICKÝ AGREGÁT</b>	<b>FILTR HYDROULAG R</b>	<b>PLANETOVÉ PŘEVODOVKY</b>
<b>Pozice</b>	1	2	3	4	5
<b>Úkon</b>					
<b>KONTROLA</b>	200h		8h		2000h
<b>DOPLNĚNÍ MAZIVA</b>			2000h		2000h
<b>ČIŠTĚNÍ</b>	5000h	2000h	2000h	2000h	1000h
<b>DALŠÍ VÝMĚNA</b>	5000h	5000h	2000h	2000h	10000h
<b>NÁPLŇ</b>	TUK NLGI 2		OLEJ HM 46		CLP 150
<b>OBJEM L (GAL)</b>	2,6 (0,68)		45(11,89)		2 (0,53)
<b>Úkon</b>	<b>Poznámka</b>				
<b>KONTROLA</b>	Provést vizuální kontrolu netěsnosti. Kontrola množství maziva.				
<b>ČIŠTĚNÍ</b>	Čištění mazacího agregátu. Čištění filtru stlačeným vzduchem.				
<b>DOPLNĚNÍ MAZIVA</b>	V případě malého množství, doplnit mazivo po rysku				

# Příloha B

		<b>ÚDRŽBA</b>		Datum 28.4.2013			
<b>Mazací plán</b>							
<b>Středisko</b>		<b>Název stroje</b>		<b>Vytvořil</b>			
Lisovna		LIS LKDK 500A		Patrik Sopuch			
<b>Vedoucí údržby</b>		Aleš Hrabovský					
Náčrtek							
       							
<b>Před každou činností vypni stroj hlavním vypínačem</b>							
<b>OBSLUŽNÉ MÍSTO</b>	<b>OLEJOVÁ NÁPLŇ AGREGÁ TU</b>	<b>TLMAZNICE VYJÍŽDĚJÍCÍHO STOLU</b>	<b>OLEJOVÁ NÁDRŽ AGREGÁTU</b>	<b>OLEJOVÁ NÁPLŇ UPÍNEK NÁSTROJŮ</b>	<b>TLAKOVÝ MAZACÍ PŘÍSTROJ</b>	<b>TLAKOVÁ MAZNICE SPOJKY</b>	<b>TLAKOVÁ MAZNICE BRZDY</b>
<b>Pozice</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Úkon</b>							
<b>KONTROLA</b>	200h			200h		5000h	5000h
<b>DOPLNĚNÍ MAZIVA</b>							
<b>ČIŠTĚNÍ</b>		2000h				2000h	2000h
<b>DALŠÍ VÝMĚNA</b>	2000h	Týdně	5000h	5000h	5000h	Týdně	Týdně
<b>NÁPLŇ</b>	K8	TB32	OH-HM46	PP 80	NH2	TB32	TB32
<b>OBJEM L</b>	250	0,5	75	1	1	0,5	0,5
<b>Úkon</b>	<b>Poznámka</b>						
<b>KONTROLA</b>	Provest vizuální kontrolu netěsnosti. Kontrola množství maziva						
<b>ČIŠTĚNÍ</b>	Čištění mazacího agregátu						





